

**Zum Keimgehalt der Luft
in Schnellkühlanlagen**

KARL ACKERMANN

Aus dem Schlacht- und Viehhof der Stadt
Ludwigshafen/Rhein

Leitung: Veterinärdirektor Dr. Otto Frühwald †

Vorgelegt vom Institut für Nahrungsmittelkunde der
Tierärztlichen Fakultät der Universität München

Komm. Vorstand: Prof. Dr. H. Sedlmeier

Zum Keimgehalt der Luft in Schnellkühlanlagen

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der veterinärmedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität
München

von

KARL ACKERMANN

aus

Germersheim am Rhein

München 1959



Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Referent: Professor Dr. H. Sedlmeier

Dekan: Professor Dr. K. Zipf

Tag der Promotion: 27. Februar 1959

DRUCK: M. STEIMER GERMERSHEIM

INHALTSVERZEICHNIS

A. Einleitung	5
B. Literatur	5
I. Kälteresistenz von Bakterien	5
II. Vorkommen von Bakterien in Kühlräumen	6
III. Verschiedene Kühlsysteme	7
C. Eigene Versuche	11
I. Vorversuche	11
II. Hauptversuch	15
1. Keimgehalt in den Kühlräumen	15
a) Material und Methodik	15
b) Besprechung der Ergebnisse	15
2. Desinfektion	24
a) chemische Desinfektion	24
b) physikalische Desinfektion	26
D. Zusammenfassung	28
Literaturverzeichnis	31
Lebenslauf	34

A. EINLEITUNG

Im April 1951 wurde in Ludwigshafen am Rhein die erste Schnellkühlanlage Westdeutschlands in Betrieb genommen. Dieser Anlage folgten schnell zahlreiche weitere in anderen Städten. Da bisher kaum Untersuchungen über das Vorkommen von Bakterien in Schnellabkühlungsanlagen vorliegen, wurde mir von Herrn Veterinärdirektor Dr. Frühwald nach Rücksprache mit Herrn Prof. Dr. M. Rolle die Aufgabe gestellt, entsprechende Versuche einzuleiten, wobei es im Rahmen dieser Arbeit nur darauf ankommen sollte, die auch bei Temperaturen um 37°C wachsenden Keime zu erfassen.

B. LITERATUR

I. Kälteresistenz von Bakterien

Das Vorkommen von Lebewesen ist zunächst davon abhängig, ob diese in einem bestimmten Lebensraum Bedingungen vorfinden, die ihre Existenz ermöglichen, bzw. ob diese eine genügend starke Resistenz besitzen, um negativen Einflüssen ihrer Umwelt widerstehen zu können.

Die Widerstandskraft der Bakterien gegen Kälte ist so groß, daß bei Temperaturen um 0°C von vornherein nicht mit einem Absterben zu rechnen ist. Nach Tuschneid (18) sind auch in Schnee und Eis in großer Zahl Bakterien vorhanden. Selbst in fester Kohlensäure (-80°C) wurden erhebliche Mengen an Sporen von Fäulnisregnern gefunden. Typhus- und Tuberkulosebakterien sollen während mehrerer Stunden die Temperatur flüssiger Luft (-193°C) ertragen können und *Bact. proteus vulgaris* sowie *Bact. coli* sogar eine zehnstündige Einwirkung flüssigen Wasserstoffes (-252°C). Horowitz-Wlassowa und Grinberg haben nach Christophersen (2) kälteliebende Mikroorganismen untersucht, welche bei tiefen Temperaturen nicht nur ihre Lebensfähigkeit behalten, sondern sich auch vermehren. Unter den Mikroben, die bei -4 und -7°C gedeihen können, fanden sie verschiedene Kokken, sporogene Stäbchen, einige Hefen und eine große Anzahl von Schimmelpilzen. Die Vermehrung ist bei den genannten Temperaturen allerdings sehr langsam. Da viele dieser Keime verhältnismäßig hohe Temperaturoptima besitzen (37°C), wurde die Vermutung ausgesprochen, daß die Fähigkeit, sich auch bei tiefen Temperaturen zu entwickeln, durch langsame Anpassung erworben wird. Reed und Reynolds (13) haben bei -1°C noch ein Wachstum von *Ps. fluorescens*,

Bact. proteus vulgaris, *Bac. subtilis* und anderer Keime festgestellt. Bemerkenswert ist dabei, daß auch bei diesen Keimen zumindest bei *Bact. proteus vulgaris* und *Bac. subtilis* das Temperaturoptimum bei Temperaturen über 30° C liegt. Von Anderson (1) wird ein Stamm *Bact. lipidis* beschrieben, welcher im Rahm bei tiefen Temperaturen starken Fett- und Eiweißabbau verursacht. Nach Beobachtungen von Haines (5) kann der Pilz *Sporotrichum carnis* sogar noch bei — 10° C wachsen. Diese Beobachtung ist für die Kaltlagerung von Fleisch von erheblicher Bedeutung. Nach Rolle (17) werden die Mikroben hinsichtlich ihrer optimalen Wachstumstemperatur eingeteilt in psychrophile, die sich bei Temperaturen zwischen 8 und 25° C mit einem Optimum von 15 bis 20° C vermehren, in mesophile, deren Vermehrung sich bei Temperaturen zwischen 25 und 42° C mit einem Optimum von 37° C vollzieht, und in thermophile, die bei Temperaturen zwischen 42 und 75° C wachsen. Die im Rahmen dieser Arbeit erfaßten Keime haben ihr Wachstumsoptimum zwar im mesophilen Bereich, wobei aber zu berücksichtigen ist, daß sie — wie auch aus vorstehenden Literaturangaben hervor geht — sogar bei Temperaturen unter 0° C ein gewisses Wachstum aufweisen. Außerdem ist ihr Vorkommen von wesentlicher Bedeutung, sobald das Fleisch aus einer Kühlanlage in ein wärmeres Milieu verbracht wird.

II. Vorkommen von Bakterien in Kühlräumen

Das Bakterienvorkommen in Kühlräumen ist in erster Linie davon abhängig, in welchem Umfange Bakterien von außen in die Kühlanlagen eingeschleppt werden. Zunächst enthält schon das Fleisch gesunder Tiere gewisse Mengen an Bakterien (14), obwohl die Muskulatur gesunder und ausgeruhter Tiere vor der Schlachtung keimfrei sein kann (10). Die sekundäre Infektion kommt nach Kelch (10) dadurch zustande, daß durch das bei der Schlachtung eröffnete Blutgefäßsystem infolge eines negativen Druckes Keime aus der Außenwelt angesaugt werden. So lassen sich auch die Befunde erklären, wonach unmittelbar nach der Schlachtung in den steril entnommenen Fleischproben, allerdings nur in Spuren und lediglich nach Anreicherung, zahlreiche Bakterienarten nachgewiesen werden konnten, wie *Bact. coli*, *Bact. lactis aerogenes*, *Str. acidilactici*, *Bac. mesentericus*, *Bact. fluorescens*, Diplokokken, *Str. pyogenes*, *Bac. mycoides*, *Bac. subtilis*, Sarcinen und *Bact. proteus*.

Lerche (2) unterscheidet zwischen Keimbesiedlungen *intra vitam*, *intra mortem* und *post mortem*. Für das Eindringen der Keime in den zwei erstgenannten Stadien sei nach experimentell unterbauten Veröffentlichungen von Nickel und Gißke, Meyn, Keller u. a. auch die Durchlässigkeit der Darmwand maßgeblich. Hierbei spiele die Gesundheit oder das sonstige Allgemeinbefinden der Tiere eine wesentliche Rolle.

Die postmortal auf das Fleisch gelangenden Bakterien stammen von Haaren, Haut und Kot der Schlachttiere, vom Fußboden des Schlachtraumes und werden außerdem durch Hände und Kleidung des Schlachtpersonals übertragen (6). Die Stärke des Befalles der Fleischoberfläche mit Bakterien, sowie Zahl und Art der hier vorkommenden Keime hängt nach Kelch (10) in hohem Maße von der Sauberkeit des Schlachtvorganges, von der hygienischen Durchführung der Zerlegung, der Art des Transportes, der Aufbewahrung und vor allem von der weiteren Verarbeitung des Fleisches ab. Tuschneid (18) betont ebenfalls, daß die Sauberkeit bei der Schlachtung für die Einschleppung von Keimen in Kühlräume eine wesentliche Rolle spiele. Auch der Personenverkehr ist von Bedeutung, weil mit dem Schuhwerk der Metzger Verunreinigungen, wie z. B. Darminhalt oder Blut, eingeschleppt werden.

In vergleichenden Untersuchungen über die Bakterienflora zweier Schlachthäuser in Australien konnte Haines (zit. nach 10) nachweisen, daß die Vernachlässigung hygienischer Arbeitsbedingungen mit einer zehnprozentigen Zunahme der aus dem Intestinaltrakt stammenden Bakterien einherging. Das zum Abspülen der Tierkörper verwendete Wasser enthielt 15 000 Keime im Kubikzentimeter, wenn mit der erforderlichen Sauberkeit geschlachtet wurde, unter unhygienischen Verhältnissen dagegen 2 bis 25 Millionen.

In den Kühlräumen finden sich vor allem Mikrokokken und Sarcinen, die durch Proteolyse ein Schleimigwerden der Fleischoberfläche verursachen können (10), während in Rinderschlachthalen neben Mikrokokken vorwiegend Keime der Coli-Aerogenes-Gruppe, in geringem Maße auch Fluorescenten und *Bact. proteus*, in Schweineschlachthalen auch noch *Bac. subtilis* gefunden werden (10). Für das gehäufte Vorkommen von Mikrokokken dürfte auch deren Übertragbarkeit auf dem Luftwege eine gewisse Rolle spielen, da die Kokken nach Rippel-Baldes (16) gute Schwebefähigkeit besitzen.

Dem Keimgehalt der Außenluft und der Luftbewegung von außen nach innen kommt deshalb auch große Bedeutung zu. Die freie Luft ist nach Rippel-Baldes (16) kein eigentlicher Standort für Mikroorganismen, diese werden aber durch Luftströmungen verbreitet, insbesondere durch mitgeführten Staub. Schließlich ist noch zu bemerken, daß der Keimgehalt der Kühlraumluft auch in hohem Maße vom Keimgehalt der Fleischoberfläche im Moment des Einbringens des Fleisches in die Kühlräume abhängt (11).

III. Die verschiedenen Kühlsysteme

Zuerst sei die Arbeitsweise einer Kompressionskältemaschine beschrieben, wie sie auch im Schlachthof der Stadt Ludwigshafen/Rhein Verwendung findet. Dann soll auf den bei der Schnellabkühlmethode erforder-

derlichen Kühltunnel eingegangen werden. In den Abb. 1 und 2 ist das Ludwigshafener System dargestellt.

Die Kompressionskältemaschine arbeitet nach v. Ostertag und Schönberg (12) so, daß in einem Verdampfer ein flüssiges Kältemittel (in Ludwigshafen/Rhein Ammoniak) verdampft und die hierzu nötige Wärme aus der Umgebung entnommen wird. Ein Kolbenkompressor saugt aus dem Verdampfer Kältemitteldampf ab und schafft damit den für die Verdampfung erforderlichen niedrigen Druck. Der im Kompressor verdichtete und damit erhitze Dampf wird in ein Röhrensystem, den Kondensator, geleitet und gibt hier seine Wärme an das Kühlwasser ab. Das nach Abgang der Wärme verflüssigte Kältemittel, das noch unter dem hohen, vom Kompressor erzeugten Druck steht, fließt über ein Reduzierventil wieder in den Verdampfer zurück und beginnt dort seinen Kreislauf erneut.

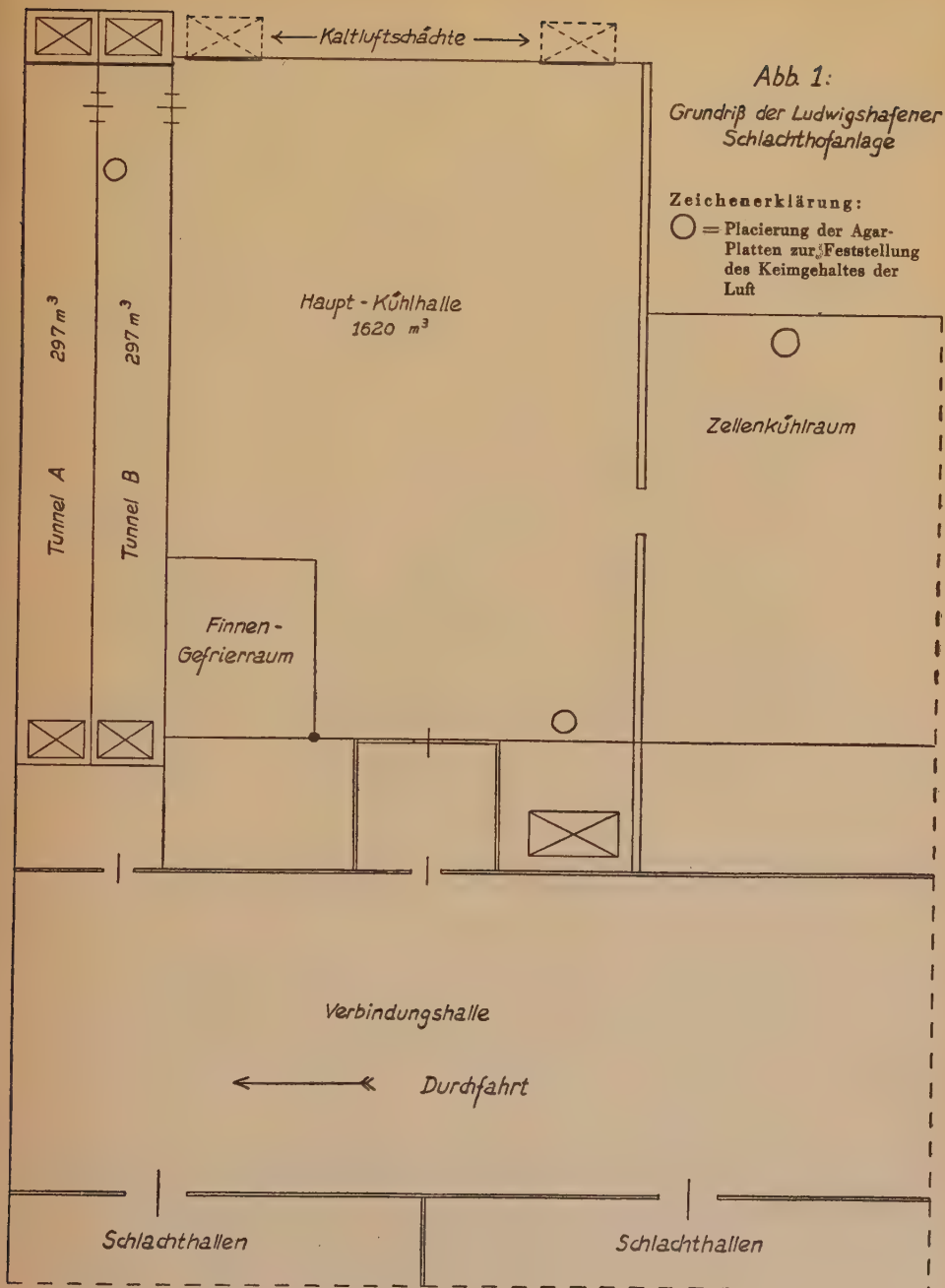
Die Schnellabkühlung des Fleisches im Gegenstromprinzip wurde vor allem von Tamm und Schilling (12) propagiert und findet heute immer breitere Anerkennung. Es handelt sich bei diesem Verfahren um das sofort nach der Schlachtung erfolgende Einbringen der Rinder- bzw. Schweinehälften in einen Kühltunnel mit stark bewegter Luft bei einer Temperatur von 0 bis 3° C. Frühwald (4) hat den Fortschritt, den das neue Kühlsystem bietet, als erster im Bundesgebiet praktisch verwertet. Nach Kuprianoff (11) bietet die Schnellabkühlung folgende Vorteile:

a) Kleiner Platzbedarf der Anlage, die zweckmäßigerweise als ein Kühltunnel mit kontinuierlichem Betrieb ausgeführt wird.

b) Geringerer Gewichtsverlust des Fleisches durch rasche Abtrocknung seiner Oberfläche und kurze Abkühlungsdauer, wobei die hohe Luftfeuchtigkeit die Anwendung höherer Luftgeschwindigkeit gestattet, mit der Einschränkung, daß es zu keinerlei Antrocknung der Fleischoberfläche kommen darf. Jede Trockenhautbildung ist von Nachteil.

c) Bessere Haltbarkeit infolge trockener Oberfläche und rascher Temperatursenkung, was insbesondere während der ersten 6 bis 12 Stunden wichtig ist. Hierdurch wird der Anfangskeimgehalt beim Einlagern in den Kaltlagerraum geringer, eventuell geringer als beim Eintritt in den Kühltunnel. Die bessere Haltbarkeit ist nicht auf die trockene Oberfläche zurückzuführen, sondern darauf, daß die Oberfläche permeabel gehalten wird. Bei der Schnellabkühlung im Gegenstromprinzip handelt es sich also nicht um eine einfache Änderung des technischen Kühlvorganges, sondern um eine grundsätzlich neue Auffassung in der Fleischkühlung, deren Richtigkeit durch die Anwendung in der Praxis unter Beweis gestellt wurde.

d) Verbesserung der Haltbarkeit durch zum Teil beachtliche Entkeimung der umlaufenden Kaltluft im Luftkühler. In dieser Hinsicht dürften Naßluftkühler besonders vorteilhaft sein.



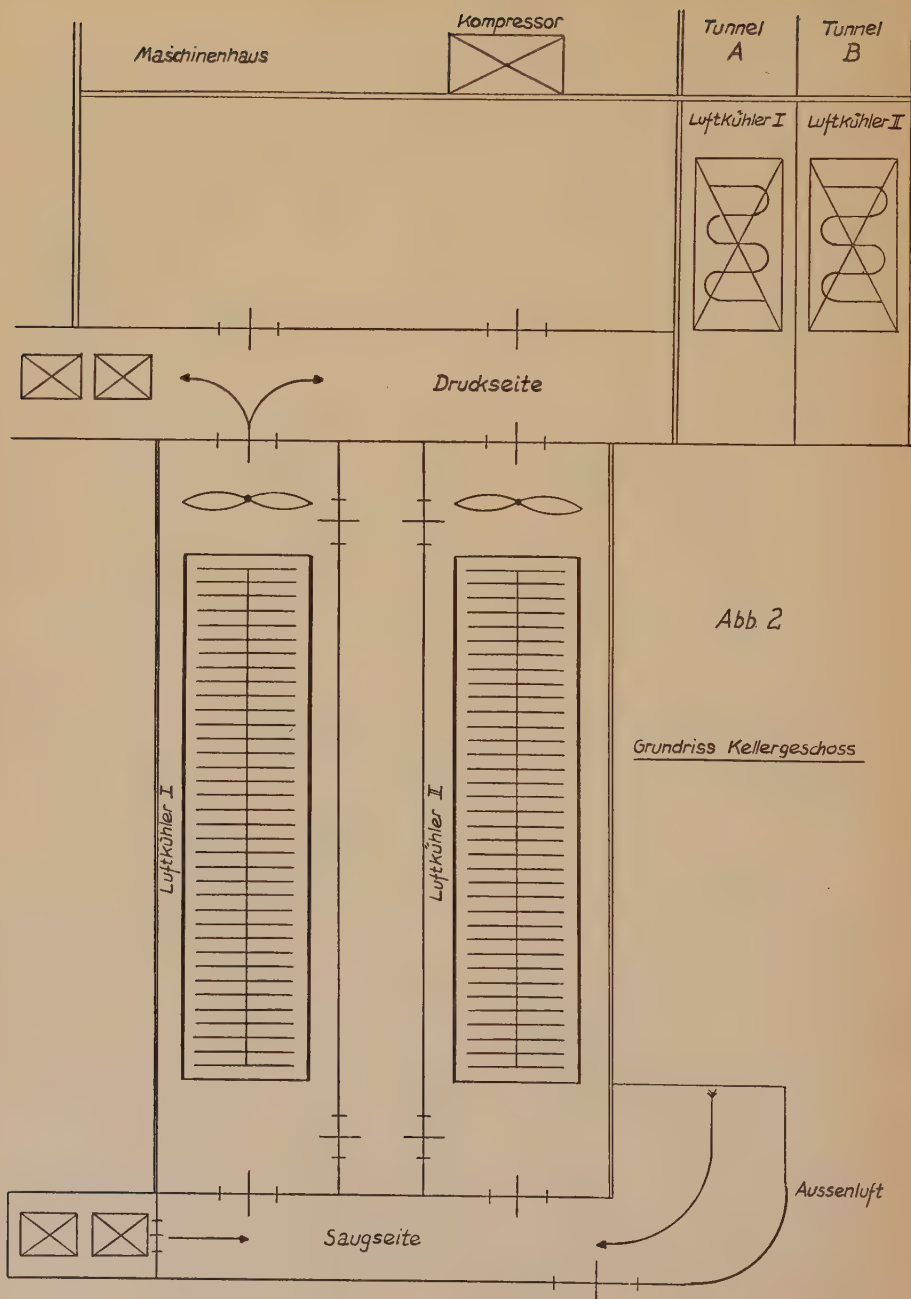


Abb 2

Grundriss Kellergeschoss

e) Verbesserung der Haltbarkeit durch Hinauszögern des rigor mortis bzw. durch Verlängerung der sich anschließenden Zeitspanne mit niedrigem pH-Wert, wodurch sekundär ein inhibativer Effekt auf das Wachstum der für den Fleischverderb bedeutsamen Mikroben ausgeübt wird. Die Wachstumshemmung der Mikroben während und nach der Schnellabkühlung wird durch eine Reihe von Faktoren beeinflusst. Vor allem bedingt der saure Fleischsaft, der bis an die Fleischoberfläche wirksam wird, während der Reifung mit zunehmender Säuerung eine Wachstumshemmung der Bakterien.

f) Verbesserung des Aussehens des Fleisches dadurch, daß infolge der höheren Luftfeuchtigkeit das Entstehen einer verfärbten „Trockenhaut“ vermieden wird und Verbesserung der Konsistenz. Gerade die Vermeidung jeglicher Trockenhautbildung ist von Bedeutung für die Farbhaltung und bessere Haltbarkeit. Frühwald (4) weist besonders darauf hin, daß das wesentlich bessere Aussehen des Fleisches und seine erheblich verlängerte Haltbarkeit für den Lebensmittelhygieniker viel wichtiger sein müssen als die Senkung des Schwundverlustes. Das war die angenehme Überraschung, die die Schnellabkühlung brachte und die in diesem Maße nicht erwartet wurde. Dabei beschränkten sich längere Farbhaltung und bessere Haltbarkeit nicht auf die Zeit im Kühlhause, sondern gelten auch auf dem Transport und im Fleischerladen.

Die von Frühwald (4) modifizierte Methode des ursprünglich von Schilling (19) in Berlin angewandten Verfahrens unterscheidet sich von diesem dadurch, daß Frühwald (4) den Tunnel kontinuierlich füllen läßt, während Schilling (19) erst den ganzen Tunnel mit Schlachtierhälften füllen läßt und dann mit kalter Luft umspült.

C. EIGENE VERSUCHE

Der praktische Teil der vorliegenden Arbeit wurde in der bakteriologischen Untersuchungsstelle des Schlachthofes der Stadt Ludwigshafen/Rhein in der Zeit vom 12. Juni bis 15. September 1956 durchgeführt.

I. Vorversuche

Es wurde zunächst eine Reihe von Versuchen durchgeführt, um geeignete Bedingungen für die Untersuchungen zu ermitteln.

1. sollte festgestellt werden, mit welchen Arten von Keimen bevorzugt zu rechnen ist, denn es sollten nur die häufigsten Arten berücksichtigt werden.

2. sollte ein Verfahren der Keimisolierung ermittelt werden, das bei verhältnismäßig einfacher Handhabung eine möglichst reiche Ausbeute verspricht.

3. sollten ergänzend die pH-Werte der schnellgeköhlten Tierkörper gemessen werden.

4. sollten für die Ermittlung des Keimgehaltes der Luft geeignete Stellen für die Aufstellung der Agarplatten gefunden werden. Dabei war zu berücksichtigen, daß die Kühlräume während der gesamten Dauer der Versuche in Betrieb bleiben mußten. Es durfte also der Schlachthofbetrieb nicht gestört werden, und andererseits mußte die Gewähr dafür gegeben sein, daß trotz dieser Verhältnisse einwandfreie Ergebnisse erzielt werden.

5. sollten im Rahmen der Vorversuche noch die Methoden der Feuchtigkeits-, Windgeschwindigkeits- und Temperaturmessung geklärt werden.

6. sollten Verschmutzungsmöglichkeiten des Fleisches beim Schlachtvorgang und auf dem Wege in die Kühlhalle hinein verfolgt werden.

7. sollte der Vermutung nachgegangen werden, daß in der Verbindungshalle durch den regen Personen- und Fahrzeugverkehr (Abb. 1) an den Hauptschlachttagen ein Raum mit erheblich vermehrtem Bakteriengehalt der Luft entsteht.

8. sollte festgestellt werden, in welchem Maße die starke Luftumwälzung über die dadurch bedingte „Trockenhaut“ (semipermeable Membran) für das geringere Wachstum der Keime auf der Fleischoberfläche verantwortlich gemacht werden kann.

Zu 1. Es wurden an den in Abb. 1 angegebenen Stellen (durch kleinen Kreis gekennzeichnet) Agarplatten aufgestellt. Dabei wurde so verfahren, daß jeweils eine Serie von Platten um 7 Uhr bei der Öffnung der Kühlräume und eine zweite um 16 Uhr bei der Schließung aufgestellt wurden, während die erste in den Brutschrank kam. Die zweite Serie blieb dann wieder bis 7 Uhr morgens stehen und wurde anschließend bebrütet. Somit wurden Betriebszeit und Betriebsruhe gesondert erfaßt. Nach der Bebrütung wurden die gewachsenen Kolonien differenziert und gezählt. Dabei zeigte sich, daß die Kühlraumluft vorwiegend Kokken, coliforme Keime und aerobe Sporenbildner enthielt.

Auf Grund dieses Ergebnisses veranlaßte Herr Veterinärdirektor Dr. Frühwald den Hauptversuch im wesentlichen auf die Beobachtung dieser Keimarten zu beschränken. Nur wenn beim Hauptversuch andere Kolonien in größerer Menge auftreten, sollten auch diese differenziert werden.

Zu 2. Es erwies sich als ausreichend, zur Beurteilung des Luftkeimgehaltes Agarplatten in der genannten Zeit offen aufzustellen und danach zu bebrüten.

Für den Nachweis der Bakterien an Wänden und Fußböden der Kühlräume erwies sich folgende Methode als brauchbar: Es wurden Petrischalen mit Agar ausgegossen, und zwar so, daß der zähflüssige Agar den oberen Rand der Schalen um etwa 3 mm überstieg. Nach Festwerden des Agars konnte er nun in seiner ganzen Ausdehnung unmittelbar mit der zu untersuchenden Fläche in Berührung gebracht werden, ohne daß der Rand der Schale störte. Verschiedene Versuche ergaben, daß dieses Verfahren dem Abklatsch mit Hilfe von angefeuchtetem Filterpapier überlegen war.

Zu 3. Es wurden von 20 Schlachtrindern je drei Fleischproben auf ihren pH-Wert untersucht. Die Hälften hatten vorher den Kühltunnel passiert und hingen dann noch etwa 24 Stunden in der Hauptkühlhalle. Die Untersuchung erfolgte mit Hilfe der elektrometrischen Methode (Jonometer). Es ergab sich ein durchschnittlicher pH-Wert von 6,2.

Zu 4. Für das Aufstellen der Agarplatten erwiesen sich die in der Abb. 1 bezeichneten Stellen als am günstigsten. Hier standen die Platten erstens im Bereiche ausreichender Luftumwälzung, und zweitens waren sie vor massiven Verunreinigungen und Beschädigungen geschützt.

Zu 5. Der Prozentsatz der relativen Luftfeuchtigkeit in den Kühlräumen konnte mit einem elektrischen Feuchtigkeitsmesser, dessen Anzeigeskala sich im Maschinenhaus befindet, abgelesen werden. Für die Ermittlung des relativen Feuchtigkeitsgehaltes der Außenluft wurde ein in der Verbindungshalle aufgehängtes Haarhygrometer verwendet.

Die Windgeschwindigkeit im Kühltunnel und im Hauptkühlraum wurde mit Hilfe eines Flügelradwindmessers gemessen, der auf einer ca. 1 m lange Eisenstange montiert war und so gehalten werden konnte, daß sich keine Beeinflussung des Luftstromes durch den Körper ergab. Im Zellenkühlraum waren keine Messungen möglich, da der Luftstrom durch die Einzelzellen so stark gebremst war, daß der verwendete Windmesser nicht mehr darauf reagierte.

Die Temperaturen von Kühltunnel, Hauptkühlraum und Zellenkühlraum wurden wiederum im Maschinenraum, die der Außenluft in der Verbindungshalle an einem dort aufgehängten Quecksilberthermometer abgelesen.

Zu 6. Die hier vorgenommenen Versuche sollten von vornherein keinen präzisen Aufschluß über den Grad der Verunreinigung durch einige bei der Schlachtung vorhandene Mängel geben, sondern lediglich einen Überblick vermitteln. Es wurden zunächst bei 10 verschiedenen Rinderhälften, die ca. 24 Stunden im Hauptkühlraum hingen, von Hals, Schulter und Hinterteil mit sterilen, angefeuchteten gleich großen Filterpapierscheiben im Abklatschverfahren Agarplatten beimpft und bebrütet. Pro Platte ergab sich ein Durchschnitt von 157 Kolonien. Auch bei diesem Versuch waren überwiegend Kokken, coliforme Keime und aerobe Sporenbildner zu ermitteln.

Daraufhin wurde drei Fehlern nachgegangen, die bei der Schlachtung besonders häufig zu beobachten sind:

1. Wo während des Abhäutens wiederholt beschmutzte Messer an den Haaren des geschlachteten Tieres abgewischt worden waren, wurde anschließend an der Stelle eine Abklatschbeimpfung vorgenommen, an der der Metzger weitergearbeitet hatte. Dann wurde, während das betreffende Stück Vieh noch bearbeitet wurde, das Messer mit heißem Wasser kurz abgespült, die Enthäutung fortgesetzt und schließlich in gleicher Weise wie vorher ein Agarabklatsch angefertigt. Ergebnis: Im ersten Falle waren nach der Bebrütung so viele Kolonien gewachsen, daß eine Auszählung nicht mehr möglich war. Im zweiten Falle waren lediglich vereinzelt Keime aufgegangen.

2. Sehr verbreitet war zum Zeitpunkt der Versuche auch das Abwischen der enthäuteten Tierkörper mit Tüchern. Abklatschkulturen von abgewischten Fleischoberflächen zeigten üppiges Keimwachstum auf den Nährböden; wurde das Abwischen mit einem sauberen Tuch vorgenommen, wuchsen weniger Kolonien. Die Verwendung von Wischtüchern ist inzwischen in verschiedenen Ländern durch Rechtsverordnungen verboten worden.

3. Wenn die Rinderhälften von der Schlachthalle auf Laufkatzen in die Kühlhalle überführt werden, erfolgt das Schieben meist durch Druck, wobei die Hände kaudal der Schulter angesetzt werden. Die von diesen Stellen angefertigten Abklatsche erwiesen sich ebenfalls als sehr keimreich.

Zu 7. Es wurden täglich offene Agarplatten in der Verbindungshalle ausgelegt und anschließend bebrütet. Dabei bestätigte sich, daß der Keimgehalt der Luft vom Personen- und Fahrzeugverkehr direkt abhängig ist. Dementsprechend war an den Hauptschlachttagen die Zahl der gewachsenen Kolonien wesentlich höher als an Tagen, an denen nur vereinzelt geschlachtet wurde.

Zu 8. Aus dem *M. cleidooccipitalis* einer frisch geschlachteten Kuh wurden mit sterilem Messer und Pinzette zwei Proben entnommen (pH 6,3) und diese so zurechtgeschnitten, daß sie ohne jeglichen Spielraum in zwei große Petrischalen (Durchmesser 11,7 cm, Tiefe 2,0 cm) eingedrückt werden konnten, um dadurch eine stärkere Austrocknung zu vermeiden. Beide Proben wurden dann im Kaltluftkanal des Kellergeschosses so aufgestellt, daß die eine mit der Fleischoberfläche in einem Neigungswinkel von ca. 45° gegen den Windstrom (Windgeschwindigkeit 2,1 m/sec.) gerichtet und die zweite, die sich in einem zylindrischen Glasgefäß mit einer Höhe von ca. 35 cm und einem Durchmesser von ca. 16 cm befand, vor dem Luftzug fast vollkommen geschützt war, was durch eine Kerzenflamme überprüft werden konnte.

Die beiden Fleischproben wurden dann drei Stunden bei den beschriebenen Bedingungen belassen, was ungefähr der Zeit entsprach, welche

die Schlachttierhälften in den Tunnel B verbracht werden. Nach dieser Zeit wurde von der Oberfläche der so behandelten Fleischstücke eine Abklatschbeimpfung auf Agar vorgenommen und diese Nährböden 17 Stunden im Brutschrank bei 37° C bebrütet. Dabei zeigte sich, daß auf der dem Luftstrom ausgesetzten Fleischprobe wie erwartet wesentlich weniger Keime vorhanden waren als auf der in einem „Luftnest“ ruhenden. Weiterhin konnte bei diesem Versuch noch festgestellt werden, daß auf der dem Luftstrom ausgesetzten Fleischfläche relativ mehr Kokken erscheinen als coliforme Keime.

II. Hauptversuch

1. Keimgehalt in den Kühlräumen

a) Material und Methodik

Für den Bakteriennachweis wurde Nähragar mit einem pH-Wert von 7,6 verwendet, wie er in der Ludwigshafener bakteriologischen Untersuchungsstelle üblicher Weise verwendet wird.

Die im Hauptversuch angewandte Methode richtete sich nach den Ergebnissen des Vorversuches. Für den Nachweis der Keime aus der Luft wurden während der Betriebszeit (7 bis 16 Uhr) bzw. der Betriebsruhe (16 bis 7 Uhr) Agarplatten an den in der Abb. 1 bezeichneten Stellen aufgestellt und anschließend bebrütet. Es ließ sich aus betriebstechnischen Gründen nicht umgehen, daß die Platten unterschiedlich lange aufgestellt wurden. Dieser Umstand wird bei der Besprechung der Ergebnisse berücksichtigt werden.

Die Abklatschkulturen wurden in der Weise hergestellt, wie es unter den Erläuterungen zu Punkt 2 des Vorversuches angegeben ist.

Die Auswertung erfolgte durch Zählung der Kolonien, die nach der Bebrütung auf den ausgesetzten Nährböden gewachsen waren. Wenn wegen einer zu großen Anzahl von Kolonien die Übersicht verloren ging, wurde die Auszählung mittels einer in Quadratzentimeter unterteilten Zählscheibe aus Glas vorgenommen. Die Differenzierung der Kolonien wurde zunächst makroskopisch, in Zweifelsfällen mittels einer Gramfärbung auch bakterioskopisch ausgewertet. Eine weitergehende Differenzierung war im Rahmen dieser Arbeit nicht gefordert.

b) Besprechung der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Untersuchungen über den Keimgehalt in den Kühlräumen sind in den Tabellen 1a und 1b zusammengefaßt, daneben in den Abb. 3a und 3b graphisch dargestellt. In den Abb. 3a und 3b sind oben von links nach rechts die Tage angegeben, über die sich der Versuch erstreckte. Links sind von oben nach unten die Räume aufgeführt, in denen sich die Platten befanden, wobei Tabelle 1a die Betriebszeit von 7 bis 16 Uhr und Tabelle 1b den Zeitraum von 16 Uhr

Tabelle 1 a: Wachstum von Luftkeimen während Betriebszeit (700 — 1600)

	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr.	Sa/Mo	Mo	Di	Mi
	28. 6. 56	29. 6.	30. 6.	1. 7.	2. 7.	3. 7.	4. 7.	5. 7.	6. 7.	7./9. 7. *)	9. 7.	10. 7.	11. 7.
Hauptkühlhalle	65 K C	36 K C	16 K C		64 K C A	75 K C	92 K C	82 K C	39 K C	32 K C A	159 K C A	238 K C	104 K C
Großer Zellenkühraum	41 K C	16 K C	6 K C		32 K C	37 K C	61 K C	42 K C	9 K C	23 K C A	35 K C A	87 K C	50 K C A
Tunnel B	133 K C A	Rasen K C A	3 C A		46 K C A	63 K C A	117 K C A	93 K C A	Rasen K C A	31 K C	67 K C A	90 K C A	157 K C A
Verbindungshalle	61 K C A	173 K C A S	118 K C A		388 K C A S	297 K C A	140 K C A	264 K C A S	207 K C A S	184 K C A	407 K C A	397 K C A	196 K C A

Tabelle 1 b: Wachstum der Luftkeime während Betriebsruhe (1600 — 700)

	Do/Fr	Fr/Sa	Sa/So	So/Mo	Mo/Di	Di/Mi	Mi/Do	Do/Fr	Fr/Sa	Sa/Mo	Mo/Di	Di/Mi	Mi/Do
	28./29. 6. 56	29./30. 6.	30. 6./ 1. 7. **)	1./2. 7. ***)	2./3. 7.	3./4. 7.	4./5. 7.	5./6. 7.	6./7. 7.	7./9. 7.	9./10. 7.	10./11. 7.	11./12. 7.
Hauptkühlhalle	166 K C A S	35 K C	5 K C	89 K C S	139 K C A S	222 K C	203 K C A	91 K C	57 K C A S	55 C S	105 K C	297 K C	212 K C A
Großer Zellenkühraum	122 K C A	34 K C A	3 K	42 K C	84 K C	141 K C	137 K C A	87 K C A	28 K C A	61 K C	61 K C	87 K C	114 K C
Tunnel B	Rasen	18 K C A	12 K C	91 K C A	120 K C A	279 K C A S	∞ K C A S	Rasen K C A S	12 K C S	61 K C	122 K C A	209 K C A S	424 K C
Verbindungshalle	186 K C A	219 K C A S	327 K C A S	Rasen	369 K C A	587 K C A S	233 K C A	259 K C A S	Rasen K C A S	∞ K C A S	∞ K C A S	511 K C A	298 K C A

Zeichenerklärung:

K = Kokken

C = coliforme Keime

A = Aerobe Sporenbildner

S = Schimmelpilze

R = Rasen (infolge von Feuchtigkeitensiederschlägen)

∞ = Kolonien nicht mehr zählbar

*) von 7. 7. 700 bis 9. 7. 700

(Betriebszeit u. -ruhe gemischt)

**) von 30. 6. 1600 bis 1. 7. 1200

***) von 1. 7. 1200 bis 2. 7. 700

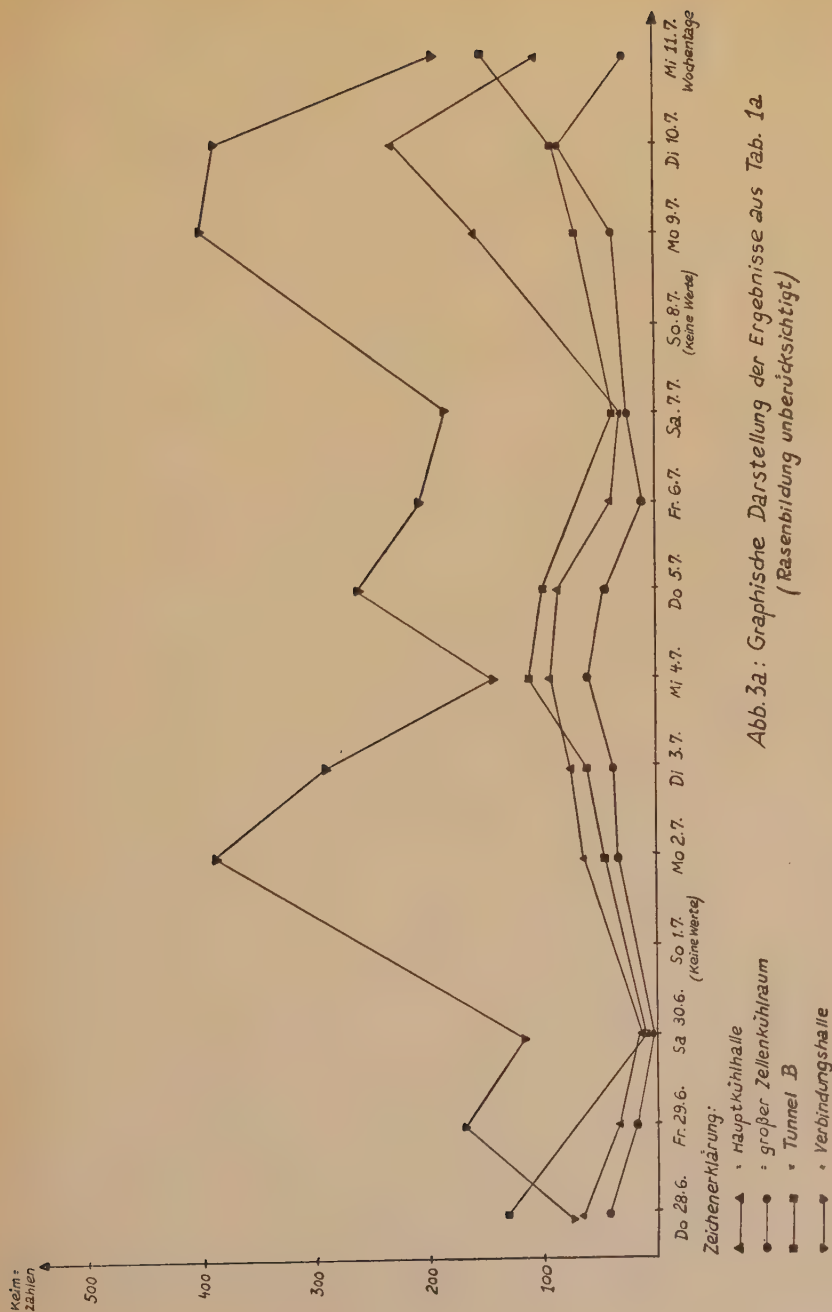


Abb. 3a: Graphische Darstellung der Ergebnisse aus Tab. 1a
(Rasenbildung unberücksichtigt)

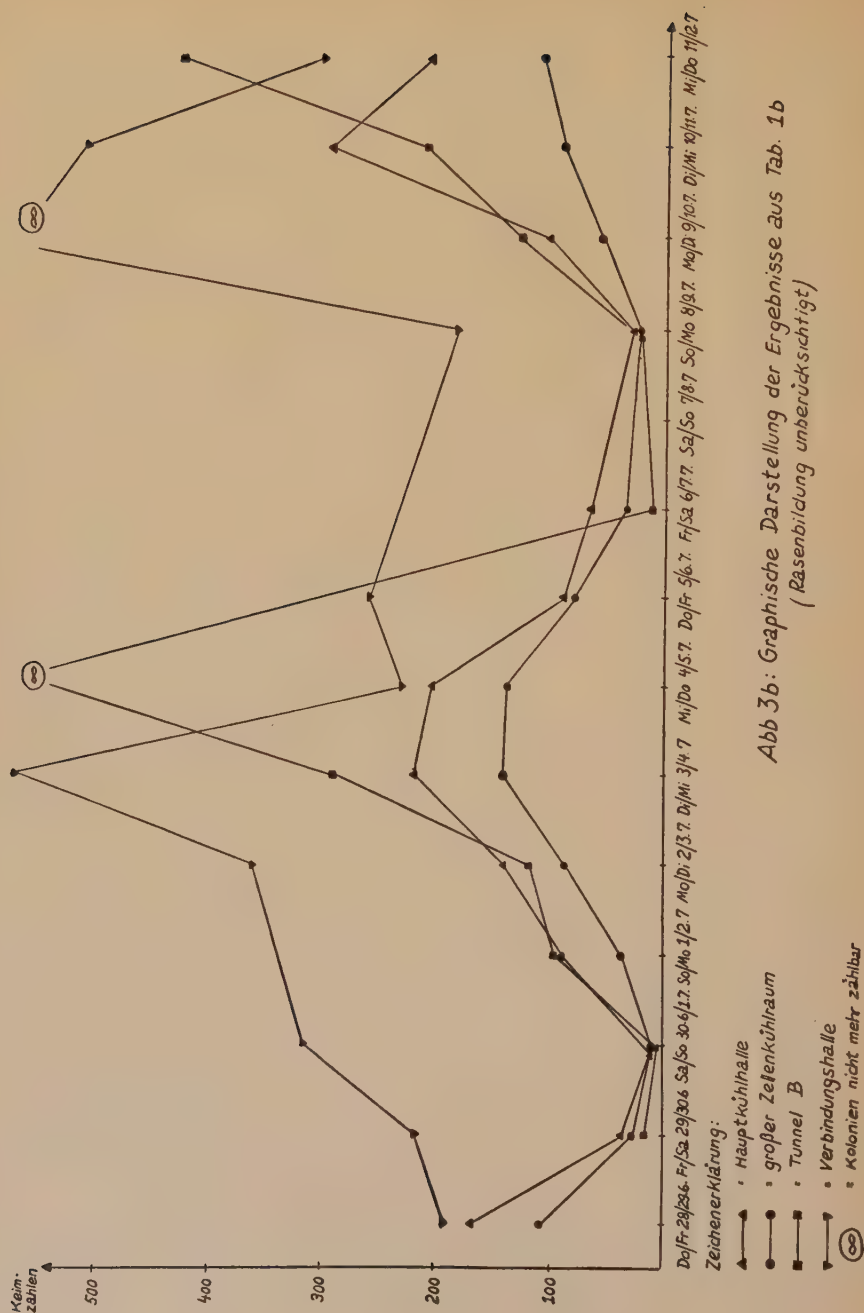


Abb 3b: Graphische Darstellung der Ergebnisse aus Tab. 1b
(Rasenbildung unberücksichtigt)

des gleichen Tages bis 7 Uhr früh des folgenden (Betriebsruhe) betreffen. Diese Zeiteinteilung wurde zweimal unterbrochen. Am Sonntag, den 1. Juli wurden die Platten erst 12 Uhr mittags gewechselt, so daß sie vom vorhergehenden Tag 16 Uhr bis Sonntag 12 Uhr ausgesetzt waren. Die sonntags frisch aufgestellten Platten verblieben dann bis Montag, den 2. Juli 7 Uhr auf ihren Plätzen. Am Samstag, den 7. Juli wurden schon um 7 Uhr Platten aufgestellt, die bis Montag, den 9. Juli 7 Uhr stehen blieben. Die jeweils angegebenen Zahlen bedeuten die Gesamtzahl der gewachsenen Kolonien. Eine nach Arten getrennte Auszählung wurde nicht vorgenommen, sondern lediglich die Anwesenheit bestimmter Keimgruppen vermerkt.

Bei der Betrachtung der graphischen Darstellung des Bakterienvorkommens in Hauptkühlraum, großen Zellenkühlraum, Tunnel B und Verbindungshalle in der Zeit zwischen 7 und 16 Uhr (Abb. 3 a) fällt auf, daß die Kurven 1 bis 3 in gewisser Übereinstimmung verlaufen, während Kurve 4 weitgehend unabhängig ist. Letztere zeigt, daß in der Verbindungshalle wesentlich mehr Bakterien vorhanden sind als in den Innenräumen. Hierfür ist folgende Erklärung sehr naheliegend: Bei der schlauchförmigen, nach beiden Seiten offenen Form der Halle und dem dadurch bedingten ständigen Durchzug sowie bei dem starken Fahrzeug- und Personenverkehr kommt es zu einer fast ständigen Aufwirbelung von Keimen. Die Ergebnisse können daher teilweise auch witterungsbedingt sein (z. B. windiges Wetter). Damit wäre auch der unregelmäßige Verlauf dieser Kurve zu erklären.

Die Kurve des Keimgehaltes im Tunnel B (Tunnel A wurde nicht berücksichtigt, da er oft nicht in Betrieb war) zeigt jeweils am Mittwoch und Donnerstag einen Höchstwert. Die Ursache hierfür könnte darin liegen, daß während dieser Tage der Tunnel leer war, keine Kaltluftumwälzung stattfand und bei dem verhältnismäßig hohen Anfangskeimgehalt die stagnierende Luft sowie die hohe relative Feuchtigkeit das Wachstum der Keime begünstigt hatten. Außerdem ist zu bedenken, daß während der Luftumwälzung die Keime im spitzen Winkel auf den Agar auftreffen und dann insbesondere bei oberflächlicher Austrocknung des Agars weniger leicht haften. Auf die Höchstwerte am Mittwoch und Donnerstag folgt ein Absinken, bis am Samstag und Sonntag der Tiefstwert erreicht ist. Dies war dadurch bedingt, daß am Donnerstag nachmittag bzw. Freitag früh der Kühltunnel gereinigt wird. Der Reinigungseffekt bei der hier getroffenen Versuchsanordnung wird jedoch erst am Samstag voll sichtbar, weil durch den Aufprall des verspritzten Wassers nicht nur zuerst noch einmal Bakterien aufgewirbelt werden, sondern die Luft auch mit Wassertröpfchen geschwängert wird, so daß auf den Nährböden feuchtigkeitsbedingte Rasen entstanden waren. Ab Montag wächst die Kolonienzahl wieder stetig an, bis Mittwoch-Donnerstag der Gipfelpunkt erreicht ist. Das Ansteigen der Kurve am Montag und Dienstag fällt mit dem Beschicken des Kühltunnels mit Fleisch an diesen

Abb. 4a: Temperatur und Luftfeuchtigkeit der Hauptkühlhalle und des Tunnel B (10⁰⁰ Uhr)

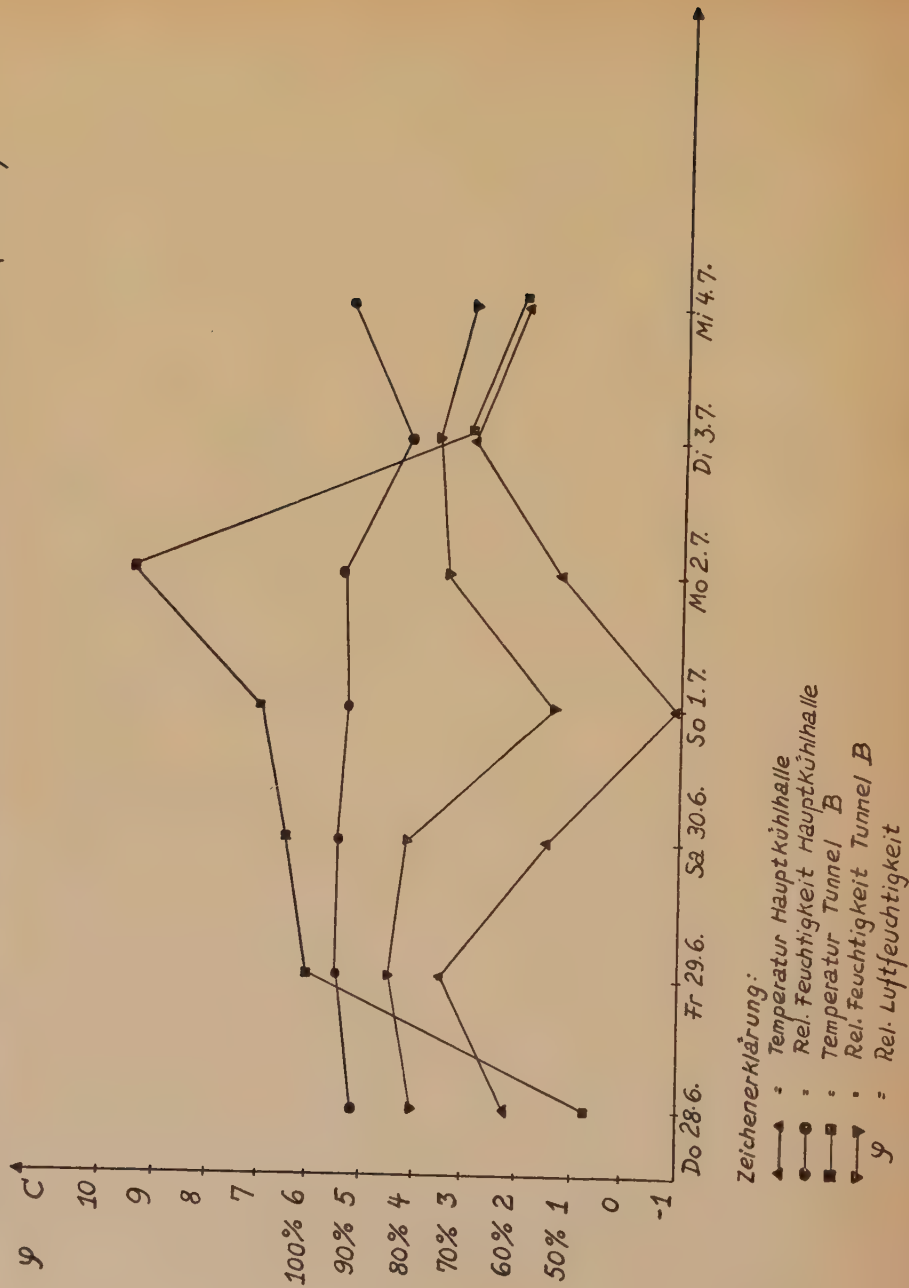
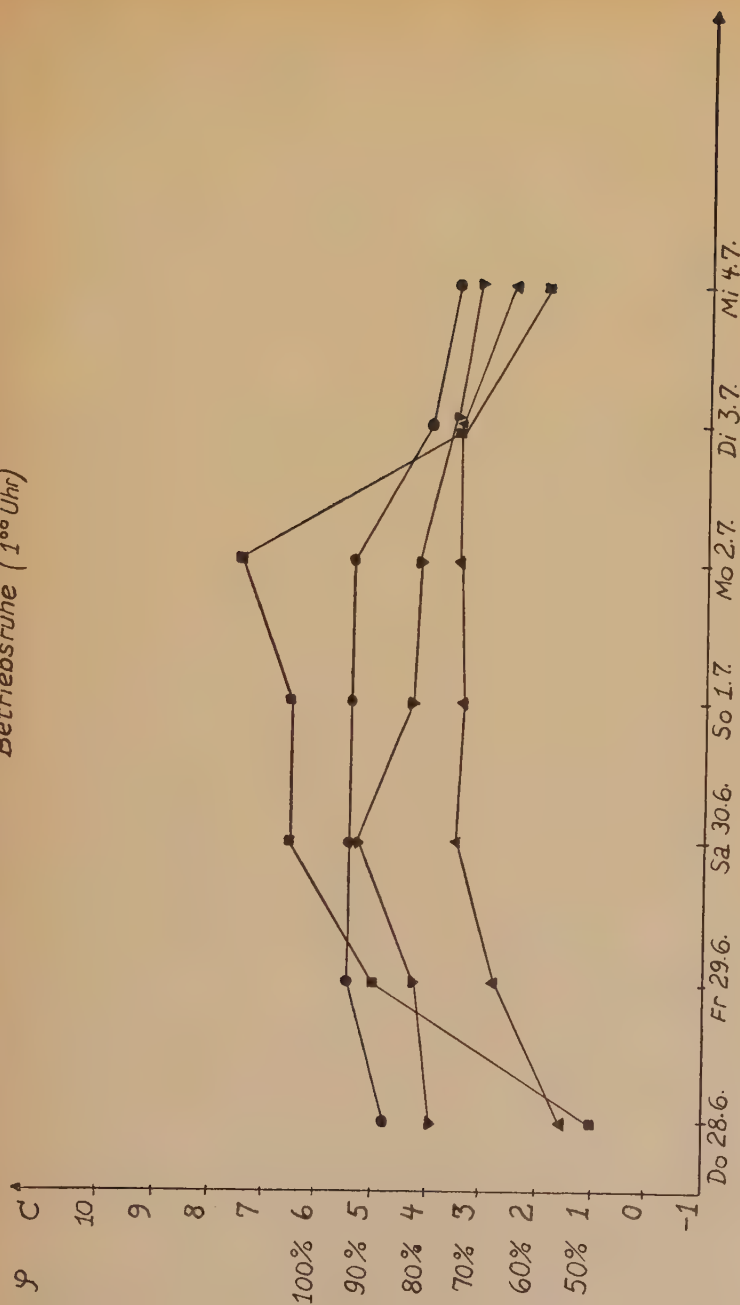


Abb. 4 b: Temperatur und Luftfeuchtigkeit der Hauptkühlhalle und des Tunnel B während der Betriebsruhe (1⁰⁰ Uhr)



Zeichenerklärung:

- ▲ = Temperatur Hauptkühlhalle
- = Rel. Feuchtigk. Hauptkühlhalle
- = Temperatur Tunnel B
- ▼ = Rel. Feuchtigk. Tunnel B

beiden Hauptschlachttagen zusammen. Dabei findet eine erhebliche Keimeinschleppung mit dem Fleische selbst, durch das Eindringen von Außenluft und durch die Kleidung, vor allem durch das Schuhwerk der Metzger sowie des Schlachthofpersonals statt.

Die Kurven des Bakterienvorkommens in der Luft der Hauptkühlhalle und im großen Zellenkühlraum gleichen in ihrem Verlaufe im wesentlichen der Kurve des Kühltunnels. Diese drei Räume hängen auch in Bezug auf den Arbeitsrhythmus zusammen. Ferner sind Hauptkühlraum und Zellenkühlraum durch eine ständig offene Türe miteinander verbunden, während Tunnel B und Hauptkühlraum nur zeitweilig korrespondieren.

Der Vergleich aller vier Kurven zeigt, daß der Bakteriengehalt der Luft in der Verbindungshalle sehr hoch und im Zellenkühlraum am niedrigsten ist. Letzterer stellt den Abschluß des Weges dar, den das Fleisch im Zuge der Kühlung durchläuft und weist nur geringfügige Luftbewegung auf.

In Abb. 4a sind Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit von Hauptkühlraum und Kühltunnel während der Betriebszeit im Verlaufe einer Woche graphisch dargestellt.

Im Kühltunnel herrscht danach Freitag, Samstag und Sonntag jeweils vormittags eine mittlere Temperatur von 6 bis 7° C. An diesen Tagen ist der Tunnel leer und außer Betrieb. Am Montag früh wird dann der Kühlbetrieb aufgenommen, wobei infolge der Beschickung mit frisch geschlachteten Tieren es dennoch zu einem Anstieg der Temperatur auf über 9° C kommt. Erst im Laufe des Montag setzt sich die Kaltluft voll durch, so daß am Dienstag ein vorläufiger Tiefpunkt erreicht ist. Bei Betriebsschluß am Dienstag werden die Zufuhrschächte der Kaltluft für den Tunnel geschlossen. Da jedoch zu diesem Zeitpunkt kein neues frischgeschlachtetes Fleisch herein kommt und der Tunnel annähernd geräumt ist, schreitet die Kühlung fort, so daß erst am Mittwoch und Donnerstag die Tiefstwerte erreicht werden. Von Donnerstag auf Freitag erfolgt eine Erwärmung des Tunnels von etwa + 0,5° C auf 6° C, weil zu dem natürlichen Wärmeausgleich mit der Umgebung noch die Reinigung am Donnerstag nachmittag kommt, bei der die Türen geöffnet sind.

Die relative Luftfeuchtigkeit im Tunnel B wird am Montag und Dienstag durch das frisch eingefahrene Fleisch erhöht, läßt am Mittwoch leicht nach, wird bei der Reinigung am Donnerstag bzw. Freitag noch einmal begünstigt und hält sich infolge der dabei verbleibenden Wasserpfüten und -tröpfchen bis Samstag noch relativ hoch, um erst mit der weiteren Austrocknung am Sonntag den Tiefpunkt zu erreichen.

In der Hauptkühlhalle zeigt die Temperatur einen anderen Verlauf, da hier die Kühlung in einem anderen Rhythmus verläuft. Mittwochs und donnerstags wird die Kühlanlage abgetaut, wobei die Temperatur

2° C erreicht. Bei der Reinigung am Freitag steigt die Temperatur um weitere 1,5° C. Durch die anschließende Wiederinbetriebnahme der Anlage sinkt die Temperatur bis Sonntag stark ab, um montags und dienstags durch die Füllung des Raumes mit Fleisch, das aus dem Tunnel nachrückt, wieder anzusteigen. Mit der anschließenden Leerung ist wieder ein Rückgang der Temperatur verbunden.

Die relative Feuchtigkeit schwankt in der Hauptkühlhalle im Verlaufe der Woche nur in engen Grenzen. Eine Verminderung zeigt sich nur am Dienstag. Sie entspricht dem gleichzeitigen Anstieg der Temperatur. Am Mittwoch ist der Ausgangswert wieder erreicht, wobei auch die Temperatur wieder zurückgegangen ist.

Der Keimgehalt der Luft, Temperatur und Luftfeuchtigkeit verhalten sich während der Betriebsruhe (16 bis 7 Uhr) ähnlich wie während der Betriebszeit. Daß die Werte für den Keimgehalt der Luft etwas größere Schwankungen aufweisen, dürfte damit zusammenhängen, daß die Nährböden hierbei 6 Stunden länger aufgestellt und z. T. während der Betriebsruhe in Bezug auf relative Feuchtigkeit und Temperatur auch etwas günstigere Bedingungen für die Vermehrung der Bakterien gegeben waren. Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit war die Luftumwälzung während der Betriebsruhe entweder ganz eingestellt oder wenigstens auf die Hälfte reduziert.

Eine gesonderte Betrachtung der Verhältnisse im Kühltunnel ergibt, daß zwar der Keimgehalt während der Luftumwälzung etwa demjenigen der Hauptkühlhalle entsprach, daß aber nach Außerbetriebsetzung der Anlage (geringere Austrocknungsmöglichkeit für die Agaroberfläche) der nachweisbare Keimgehalt ansteigt. Außerdem lagen die Temperaturen im Kühltunnel wesentlich über denen der Hauptkühlhalle. Es sei noch vermerkt, daß z. Z. der Untersuchungen im Schlachthof Ludwigshafen/Rhein mit Kühlhaustemperaturen gearbeitet wurde, die wesentlich über dem Optimum lagen. Nach Mitteilung von Herrn Direktor Dr. Frühwald war dies aus Rentabilitätsgründen notwendig. Es kann angenommen werden, daß bei idealen Tunneltemperaturen (0° bis 3° C) der Keimgehalt der Luft noch geringer gewesen wäre, eventuell noch niedriger als der der Hauptkühlhalle. Auffallend ist bei einem Vergleich der Kurven für das Bakterienvorkommen in Hauptkühlhalle und Tunnel B (Abb. 3b), daß an den Hauptschlachttagen Montag und Dienstag der Keimgehalt im Kühltunnel nur verhältnismäßig langsam, in der Hauptkühlhalle jedoch recht schnell ansteigt. Dabei wäre ein genau umgekehrtes Bild zu erwarten gewesen, nachdem der Kühltunnel den Bakterien Schub von außen aufnehmen muß, während die Keime zum überwiegenden Teil erst aus dem Tunnel und nur in unbedeutendem Ausmaße von außen in die Kühlhalle gelangen. Ferner konzentriert sich im Tunnel die Menge der Bakterien auf engerem Raum als in der Hauptkühlhalle.

Damit ergibt sich als wesentlicher Vorteil des Kühltunnels, daß der auf ausgelegten Agarplatten feststellbare Keimgehalt der Luft trotz höherer Temperatur und massiver Keimeinschleppung relativ niedrig bleibt (der tatsächliche Keimgehalt der Luft dürfte trotzdem höher gewesen sein). Es ist naheliegend, als Ursache hierfür die intensive Luftbewegung anzunehmen (20) (9). Durch diese wird das Haften der Keime auf Agar oder Fleisch insbesondere nach Ausbildung einer Trockenhaut vermindert (15).

2. Desinfektion

Neben den bereits dargestellten Versuchen über den Keimgehalt der Luft sollte auch die Wirksamkeit verschiedener Desinfektionsmittel und der UV-Strahlung unter den Bedingungen der Kühlanlage untersucht werden.

a) Chemische Desinfektion

Es wurde zunächst, um Anhaltspunkte über den Keimgehalt an Wänden und Böden des Kühltunnels, der Hauptkühlhalle und des Zellenkühlraumes zu bekommen von Stellen, die schon makroskopisch stark verschmutzt erschienen, durch Abklatsch Nährböden beimpft und bebrütet. Erwartungsgemäß erwiesen sie sich als stark keimhaltig. An Stellen, die makroskopisch sauber erschienen, ergab sich ein mittelgradiger Keimgehalt.

An diesen Wänden und Böden wurden nun acht etwa gleich stark verschmutzte und acht gleich sauber erscheinende, ungefähr tellergroße Stellen ausgewählt, mit Farbstrichen abgegrenzt und numeriert. Jede dieser Stellen wurde dann mit einem in Tab. 2a bezeichneten Reinigungs- bzw. Desinfektionsmittel unter Zuhilfenahme eines Gummischwamms etwa mit der gleichen Intensität gereinigt, wie es das Schlachthofpersonal bei der wöchentlichen Reinigung der Kühlräume tat. Anschließend wurden die so bearbeiteten Stellen mit dem Wasserschlauch abgespritzt und zur Feststellung des Keimgehaltes Agar im Abklatschverfahren beimpft. Die Ergebnisse sind in den Tab. 2a und 2b zusammengestellt.

Tabelle 2 a: Desinfektionsversuche am Boden von Hauptkühlraum und Tunnel B unter betriebsüblichen Bedingungen.

Desinfektionsmittel	verschmutzte Stellen		sauber erscheinende Stellen	
	Hauptkühlraum	Tunnel B	Hauptkühlraum	Tunnel B
unbehandelt	∞	R	∞	∞
Absonal 301 0,1 % ig	+ + +	R	+ + +	R
Absonal 301 1,0 % ig	+ +	+ +	+ +	+ +
Calgonit D 1,0 % ig	+ +	+ + +	+ + +	+ +
P 3 1,0 % ig	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +
Tego 51 0,5 % ig	+	+	+	○
Tego 51 1,0 % ig	○	+	○	○
Sublimat 0,1 % ig	○	○	○	○

Tabelle 2 b: Desinfektionsversuche an Wänden von Hauptkühlraum und Tunnel B unter betriebsüblichen Bedingungen.

Desinfektionsmittel	verschmutzte Stellen		sauber erscheinende Stellen	
	Hauptkühlraum	Tunnel B	Hauptkühlraum	Tunnel B
unbehandelt	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +
Absonal 301 0,1 % ig	+ + +	+ +	+ + +	+ + +
Absonal 301 1,0 % ig	R	+ +	+ +	+ + +
Calgonit D 1,0 % ig	+ +	+ +	+ +	∞
P 3 1,0 % ig	+ +	∞	+ + +	+ + +
Tego 51 0,5 % ig	○	+	○	○
Tego 51 1,0 % ig	○	○	○	+
Sublimat 0,1 % ig	○	○	○	○

Zeichenerklärung:

- R = Rasenbildung
- ∞ = nicht mehr zählbar
- + + + = stark
- + + = mittelgradig
- + = schwach keimhaltig
- = keimfrei

Aus den Tab. 2a und 2b geht hervor, daß Sublimat in 0,1%iger Lösung eine absolute Keimtötung bewirkte. Mit Tego 51 in 1,0%iger Lösung wurde teilweise Keimfreiheit erreicht. Calgonit D und Absonal 301 zeigten auch noch eine gewisse desinfizierende Wirkung.

P 3 wurde im Ludwigshafener Schlachthof als Reinigungsmittel verwendet; es erhebt keinen Anspruch auf Brauchbarkeit als Desinfiziens. Sublimat wurde zur Kontrolle in die Versuchsreihe eingeschaltet, wegen seiner Giftigkeit kann es in derartigen Anlagen keine Verwendung finden.

b) Physikalische Desinfektion

Zur Entkeimung bzw. Keimverringern von Kühlanlagen könnte neben Desinfizienten die UV-Strahlung herangezogen werden. Für entsprechende Versuche stand ein UV-Strahler der Firma Philips (TUV 30 W) zur Verfügung.

Dazu wurden Agarplatten mit Aufschwemmungen von 24 Stunden alten Kokken-, Mesentericus- und Coli-Reinkulturen im Labor 3—5—10—15— und 30 Minuten aus einer Distanz von 1,20 m bestrahlt. Je Keimart und je Strahleneinwirkungsdauer wurden vier Platten verwendet. Anschließend wurden je zwei Platten 24 Stunden lang und die anderen beiden 48 Stunden lang bei 37° C bebrütet. Dieser Versuch ist in Tab. 3 dargestellt. Die unterstrichenen Werte wurden nach 24stündiger Bebrütung ermittelt und die nicht unterstrichenen nach 48stündiger.

Der Versuch wurde unter den Bedingungen der Hauptkühlanlage wiederholt. (Im Kühltunnel war er aus technischen Gründen nicht durchführbar). Die Ergebnisse sind in Tab. 4 zusammengefaßt. Aus den Tab. 3 und 4 kann entnommen werden, daß die Sporenbildner eine gewisse Resistenz aufweisen. Im übrigen waren in der Stärke der Empfindlichkeit aber keine gesicherten Unterschiede festzustellen.

Wenn eine Aufschwemmung der hier verwendeten drei Bakterienarten auf das Muskelfleisch eines Pferdes (oberflächliche Schicht des M. trapezius sup.) aufgebracht und bestrahlt wurde, war die Keimverminderung durch UV-Strahlen nur sehr gering. Bei einer Bestrahlungsdauer von 3 und 10 Minuten war nach 24stündiger Bebrütung auf den durch Abklatsch beimpften Nährböden dichter Rasen gewachsen. Bei 20 Minuten Bestrahlung und 24stündiger Bebrütung war der Rasen allerdings weit weniger dicht ausgebildet.

Insgesamt ist zu sagen, daß sich auch hier wieder die keimhemmende und -tötende Wirkung der UV-Strahlen erwiesen hat, solange sich die Bakterien auf Agarplatten befanden und die Bestrahlung intensiv und auf kurze Distanz erfolgte. Es ist jedoch sehr fraglich, ob eine Bestrahlung von Fleisch in Kühlanlagen in der Praxis Erfolg hätte.

Zudem wäre noch zu bedenken, daß durch große Strahlungsintensität, wie Collier und Wasteneys (zitiert nach 3) angeben, Zersetzungs Vorgänge, vor allem in Fettgewebe auftreten. Auf den gleichen Nachteil

Tabelle 3: UV-Bestrahlung von beimpften Agarplatten bei +19° C und 64% rel. Feuchtigkeit (Labor)

Einwirkungszeit	3'	5'	10'	15'	30'
Mikro-Kokken	1 <u>R</u> <u>R</u> <u>R</u>	0 <u>R</u> <u>R</u> <u>R</u>	1 <u>16</u> <u>19</u> <u>R</u>	0 <u>2</u> <u>5</u> <u>4</u>	0 <u>0</u> <u>0</u> <u>0</u>
Bac. mesentericus	72 <u>77</u> <u>75</u> <u>R</u>	6 <u>8</u> <u>10</u> <u>13</u>	3 <u>3</u> <u>5</u> <u>5</u>	1 <u>3</u> <u>3</u> <u>1</u>	0 <u>1</u> <u>1</u> <u>1</u>
coli	0 <u>6</u> <u>7</u> <u>23</u>	0 <u>3</u> <u>4</u> <u>15</u>	0 <u>0</u> <u>1</u> <u>0</u>	0 <u>0</u> <u>0</u> <u>3</u>	0 <u>0</u> <u>1</u> <u>5</u>

Zeichenerklärung: R = Rasenbildung, — = Zahl der nach 24stündiger Bebrütung gewachsenen Kolonien (nicht unterstrichen = 48 h)

Tabelle 4: UV-Bestrahlung von beimpften Agarplatten bei +4° C und 86% rel. Feuchtigkeit (Hauptkühlhalle)

Einwirkungszeit	3'	5'	10'	15'	30'
Mikro-Kokken	R <u>4</u> <u>R</u> <u>11</u>	0 <u>3</u> <u>R</u> <u>8</u>	0 <u>0</u> <u>10</u> <u>0</u>	0 <u>1</u> <u>1</u> <u>1</u>	0 <u>1</u> <u>1</u> <u>0</u>
Bac. mesentericus	R <u>26</u> <u>R</u> <u>26</u>	R <u>1</u> <u>R</u> <u>4</u>	R <u>8</u> <u>R</u> <u>8</u>	42 <u>3</u> <u>46</u> <u>3</u>	7 <u>0</u> <u>7</u> <u>0</u>
coli	1 <u>5</u> <u>47</u> <u>7</u>	0 <u>5</u> <u>8</u> <u>12</u>	0 <u>2</u> <u>2</u> <u>3</u>	0 <u>0</u> <u>1</u> <u>0</u>	0 <u>0</u> <u>3</u> <u>0</u>

Zeichenerklärung: R = Rasenbildung, — = Zahl der nach 24stündiger Bebrütung gewachsenen Kolonien (nicht unterstrichen = 48 h)

weist auch Rievel (2) hin. Außerdem würden wohl auch wirtschaftliche Erwägungen einer derartigen Behandlung entgegenstehen. Demgegenüber wäre zu untersuchen, ob eine UV-Bestrahlung geeignet ist, den Keimgehalt der Luft in den Kühlhallen, vor allem im Kühltunnel, noch wesentlich herabzudrücken. Die UV-Strahler müßten in den Luftkanälen des unterirdischen Kühlsystems angebracht werden. Die hindurchziehende Luft könnte dann während ihres Kreislaufes durch die UV-Strahlen keimarm oder -frei gehalten werden.

D. ZUSAMMENFASSUNG

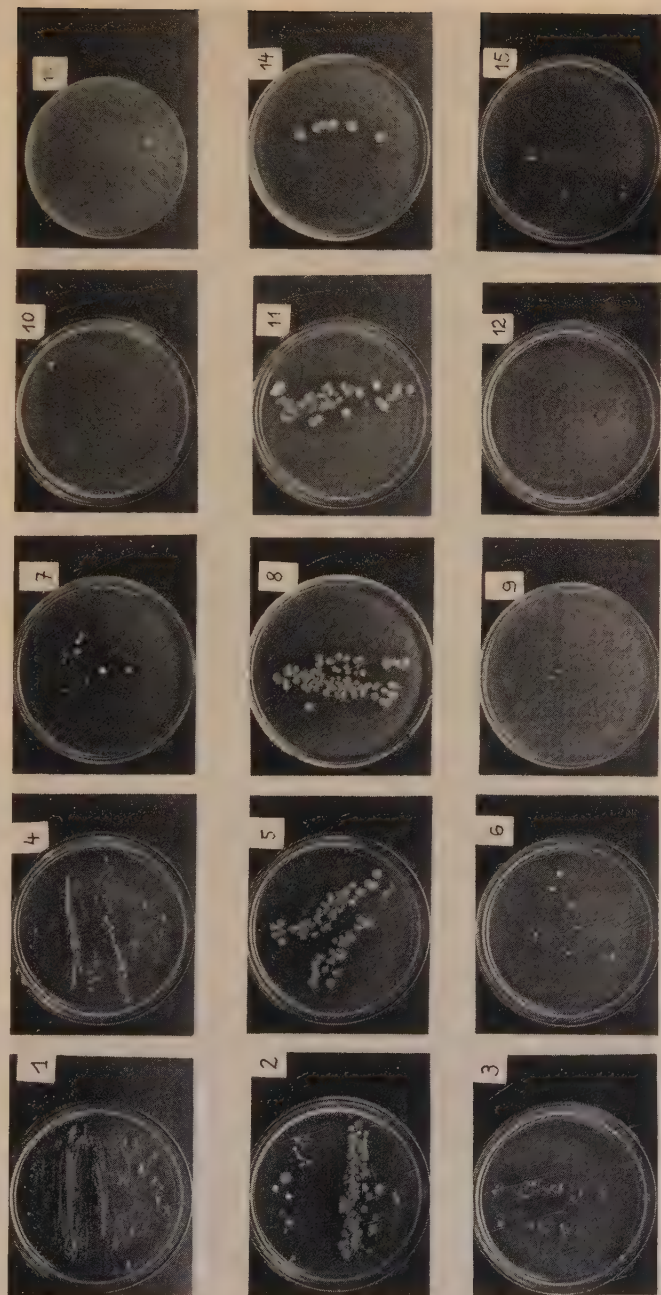
Es wird an Hand der Literatur über die Kälteresistenz von Bakterien und über das Vorkommen von Bakterien in Kühlräumen berichtet. Eine Beschreibung der Kühlanlagen im Schlachthof der Stadt Ludwigshafen a. Rh. unter besonderer Berücksichtigung der Schnellabkühlung schließt sich an.

Nach orientierenden Vorversuchen wurden Erhebungen über das Bakterienvorkommen in der Luft der einzelnen Räume der Kühlanlage des Schlachthofes Ludwigshafen angestellt. Die Ergebnisse sind tabellarisch und graphisch dargestellt.

Der Luftkeimgehalt war in den untersuchten Kühlräumen von den Arbeitsphasen abhängig. Nur in der Verbindungshalle waren hohe Keimzahl und Unregelmäßigkeit der Befunde auf Durchgangsverkehr und durch Witterung bedingten Durchzug zurückzuführen. Die scheinbare Feststellung, daß der Kühltunnel während der Betriebszeit trotz starker Luftumwälzung und Keimeinschleppung einen niedrigeren Luftkeimgehalt als der zudem noch kältere Hauptkühlraum aufweist, dürfte damit zusammenhängen, daß die Oberfläche der aufgestellten Agarplatten durch den Luftstrom bald eintrocknet und dann das Haften der Keime erschwert ist. Diese Verhältnisse können auch auf die Fleischoberfläche übertragen werden.

Um ergänzend festzustellen, wie der Keimgehalt in Kühlanlagen am besten unter Kontrolle gehalten werden kann, wurde noch eine orientierende Prüfung von Desinfektionsmitteln unter praktischen Verhältnissen und die UV-Bestrahlung in die Untersuchungen einbezogen. Die Anwendung eines optimal wirkenden, vom lebensmittelhygienischen Standpunkt aus unbedenklichen Desinfektionsmittels wird befürwortet. Eine zusätzliche UV-Bestrahlung der durch die Windkanäle geführten Luft kann sich vorteilhaft auswirken.

Abb. 5: UV-Bestrahlung von beimpften Agarplatten bei 40° C u. 86%^o rel. Feuchtigkeit (Hauptkühlhalle), vergl. Tab. 4



Erklärung:

Obere Reihe: Mikrokokken

Mittl. Reihe: Bac. mesentericus

Untere Reihe: Bact. coli

Bestrahlungsdauer jeweils von links nach rechts: 3 — 5 — 10 — 15 — 30 Minuten

Literaturverzeichnis

1. Anderson, J. A.: Spoilage of cream at low temperatures. Proc. Convent Milk Dealers, La. Sect. 30 (1938) 19;
2. Christophersen, J.: Temperatur und Leben, H. Precht, J. Christophersen und H. Hensel. Springer Verl. Berlin-Göttingen-Heidelberg 1955, S. 290 ff;
3. Diemair, W.: Die Haltbarmachung von Lebensmitteln und ihre Grundlagen. 2. Aufl., Verlag Enke, Stuttgart 1946;
4. Frühwald, O.: Das biologische Verhalten des Fleisches bei der Schnellabkühlung. Fleischwirtschaft 7 (1955) 455;
5. Haines, R. B.: The influence of temperature on the rate of growth of *Sporotrichum carnis* from — 10 to 30° C. I. of Exper. Biol. 8 (1931) 379;
6. Heiss, R.: Neuere Erkenntnisse über die günstigsten Bedingungen beim Kühlen von Fleisch. Fleisch und Milchhygiene 48 (1938) 281;
7. Horowitz-Wlassowa, L. M. und L. D. Grinberg: Zur Frage über psychrophile Mikroben. Zbl. Bakter. II, 89 (1933) 54;
8. Jensen, L. B.: Meat and meat foods. The Ronald Press Comp. New York, 1949;
9. Kaess, G.: Der Einfluß der Luftbewegung auf das Wachstum von Schimmelpilzen auf gekühltem Fleisch. Zs. ges. Kälteindustrie 41 (1934) 96;
10. Kelch, F.: Die Bakterienflora in Fleisch- und fleischverarbeitenden Betrieben. Fleischwirtschaft 7 (1955) 67;
11. Kuprianoff, J.: Neuere Erkenntnisse über die Veränderungen von Fleisch beim Kühlen und Gefrieren. Kältetechnik 4 (1952) 156;
12. v. Ostertag, R. und F. Schönberg: Lehrbuch der Schlacht tier- und Fleischuntersuchung. Verlag Enke, Stuttgart 1955;
13. Reed, H. S. und R. R. Reynolds: Some effects of temperature upon the growth and activity of bacteria in milk. Virg. Agr. Exper. Stat. Bull (Techn) 10 (1906);
14. Reith, A. F.: Bacteria in the muscular tissues and blood of apparently normal animals. I. Bact. 12, 367 (zit. nach 6);
15. Ries, E.: Über die Minderung der Gewichtsverluste bei Fleisch von Rindern durch die Schnellabkühlung und deren Einfluß auf das Fleisch. Vet.-Diss., München 1951;

16. Rippel-Baldes: Grundriß der Mikrobiologie. Springer Verl. Berlin-Göttingen, (1947) 242;
17. Rolle, M.: Mikrobiologie und allgemeine Seuchenlehre. 1. Aufl., Verlag Enke, Stuttgart 1949;
18. Tuschneid, M. W.: Die kältetechnologische Verarbeitung schnellverderblicher Lebensmittel. Brücke-Verlag Kurt Schmiersow, Kirchhain N. L., 1936;
19. Schilling, A.: Kühlen und Einfrieren von Fleisch und die dabei auftretenden Gewichtsverluste. Kältetechnik, 2 (1950) 88;
20. Schmid, W.: Einfluß vom Temp. und Feuchtigkeit auf das Bakterienwachstum auf gekühltem Fleisch. Beiheft zur Zschr. ges. Kälteindustrie. Reihe 3, Heft 6.

Herrn Veterinärdirektor Dr. Frühwald (†), der mir in freundlicher Weise das Thema dieser Arbeit überließ und sie wohlwollend förderte, sei an dieser Stelle ein dankbares Gedenken gewidmet. Herrn Prof. Dr. H. Sedlmeier schulde ich für die Übernahme des Referats besten Dank. Auch den Herren Privatdozent Dr. Kotter und Dr. Terplan, die mir nach Abschluß der Arbeit bei der endgültigen Abfassung behilflich waren, bin ich verpflichtet.

Weiterhin gilt mein Dank den Tierärzten sowie dem Personal der bakteriologischen Untersuchungsstelle und des Schlachthofes Ludwigshafen am Rhein für jederzeit gewährten Rat und Unterstützung.

LEBENS LAUF

Am 11. August 1921 wurde ich als Sohn des Weinkaufmannes Karl Ackermann und dessen Ehefrau Martha, geb. Bolleyer in Germersheim am Rhein geboren. Von 1928 bis 1933 besuchte ich die Volksschule, anschließend bis 1939 die sechsklassige Realschule in meiner Geburtsstadt. Ostern 1939 trat ich in die Oberrealschule Landau/Pfalz über. Am 1. Dezember 1939 wurde ich Soldat und wurde auf verschiedenen Kriegsschauplätzen dreimal verwundet.

Nach Krieg und Gefangenschaft legte ich die mir noch fehlende Reifeprüfung am 16. August 1947 am Gymnasium mit Realabteilung in Speyer a. Rh. ab.

Mit dem Sommersemester 1949 begann ich an der tiermedizinischen Fakultät der Universität München mein tierärztliches Studium, das ich im Januar 1955 mit der tierärztlichen Prüfung beendete. Am 1. August 1955 wurde mir die Bestallung als Tierarzt erteilt.

Als Vertreter einer Tierarztpraxis infizierte ich mich im Herbst 1955 bei der Durchführung einer Geburt mit *Brucella abortus* und mußte mich demzufolge einer 31wöchigen stationären Behandlung unterziehen. Die Fertigstellung der vorliegenden Arbeit wurde dadurch verzögert.

